

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta stavební

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO, 2018

MILOŠ TINKA



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

HODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO ÚSEKU NA TECHNOLOGII PODBÍJENÍ

EVALUATION OF TAMPING METHOD TRIAL TEST SECTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miloš Tinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RICHARD SVOBODA, Ph.D.

BRNO, 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav železničních konstrukcí a staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Miloš Tinka
Název	Hodnocení zkušebního úseku na technologie podbíjení
Vedoucí práce	Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Vlastní měření přesnou nivelací

Záznamy z předchozích etap měření

Měření georadaru

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Porovnejte stav kolejové jízdní dráhy ve zkušebním úseku metodou přesné nivelace v blízkosti zastávky Rohatec zastávka. Každá z kolejí dvoukolejné tratě byla opravena jinou technologickou linkou pro podbíjení koleje.

Cílem práce je zjistit, která technologie poskytuje delší trvanlivost a dát tuto informaci do kontextu s ostatními informacemi o trati.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá vyhodnocením vlivu upravené technologie podbíjení na kvalitu geometrických parametrů koleje. Na zřízeném zkušebním úseku, který se nachází na dvoukolejné trati Břeclav – Přerov u obce Rohatec, byla použita na jedné koleji standardní technologie podbíjení a na druhé upravená. Úprava spočívá ve větším počtu záběrů podbíjecích pěchů, tím vznikne pod pražcem větší zpevněná plocha šterkového lože. Cílem práce je zjistit zda upravenou technologií dosáhneme pomalejšího rozpadu geometrických parametrů koleje a tím prodloužení doby mezi nutnými opravami.

Klíčová slova

Geometrické parametry koleje, podbíjení koleje, nivelace, zkušební úsek.

Abstract

The bachelor thesis deals with the evaluation of the influence of the modified tamping technology on the quality of the track geometry parameters. On the established test section, which is located on the double-track line Břeclav - Přerov near the Rohatec village, a standard tamping technology was used on one track and the other modified. The adjustment consists in a larger number of tamping footprints, resulting in a larger reinforced surface of the sleeper bed beneath the sleeper. The aim of the thesis is to find out whether the modified technology will achieve a slower breakdown of the track geometry parameters and thus extend the time between the necessary repairs.

Keywords

Track geometry parameters, plain line tamping, levelling, test track.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Miloš Tinka *Hodnocení zkušebního úseku na technologii podbíjení*. Brno, 2018.
50 s., 8 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Richard Svoboda, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2018

.....

podpis autora

Miloš Tinka

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané typ práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2018

.....
podpis autora

Miloš Tinka

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
Autor práce	Miloš Tinka
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav železničních konstrukcí a staveb
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Název práce	Hodnocení zkušebního úseku na technologii podbíjení
Název práce v anglickém jazyce	Evaluation of Tamping Method Trial Test Section
Typ práce	Bakalářská práce
Přidělovaný titul	Bc.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	PDF

Abstrakt práce Bakalářská práce se zabývá vyhodnocením vlivu upravené technologie podbíjení na kvalitu geometrických parametrů koleje. Na zřízeném zkušebním úseku, který se nachází na dvoukolejné trati Břeclav – Přerov u obce Rohatec, byla použita na jedné koleji standardní technologie podbíjení a na druhé upravená. Úprava spočívá ve větším počtu záběrů podbíjecích pěchů, tím vznikne pod pražcem větší zpevněná plocha šterkového lože. Cílem práce je zjistit zda upravenou technologií dosáhneme pomalejšího rozpadu geometrických parametrů koleje a tím prodloužení doby mezi nutnými opravami.

**Abstrakt práce
v anglickém
jazyce** The bachelor thesis deals with the evaluation of the influence of the modified tamping technology on the quality of the track geometry parameters. On the established test section, which is located on the double-track line Břeclav - Přerov near the Rohatec village, a standard tamping technology was used on one track and the other modified. The adjustment consists in a larger number of tamping footprints, resulting in a larger reinforced surface of the sleeper bed beneath the sleeper. The aim of the thesis is to find out whether the modified technology will achieve a slower breakdown of the track geometry parameters and thus extend the time between the necessary repairs.

Klíčová slova Geometrické parametry koleje, podbíjení koleje, nivelace, zkušební úsek.

**Klíčová slova
v anglickém
jazyce** Track geometry parameters, plain line tamping, levelling, test track.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Ing. Richardu Svobodovi, Ph.D. za rady a pomoc při zpracování a kontrole bakalářské práce.

Obsah

1	Úvod.....	14
2	Stávající stav	15
2.1	Související předpisy a normy	15
3	Metody úpravy geometrických parametrů koleje	16
3.1	Standardní metoda podbíjení.....	16
3.1.1	Popis práce ASP - automatická strojní podbíječka.....	16
3.1.2	Výchozí předpoklady úpravy technologie	17
3.1.3	Úprava technologie	17
3.1.4	Kontrolní a zkušební plán	18
4	Zřízení zkušebního úseku	19
4.1	Technologie práce	19
4.1.1	Strojní linky	19
4.1.2	Popis jednotlivých speciálních drážních vozidel	20
5	Cíl práce.....	25
6	Zkušební úsek	26
6.1	Popis úseku.....	27
7	Metoda měření	31
7.1	Přesná nivelace.....	31
8	Vyhodnocení.....	34
8.1	Hodnocení Georadar	34
9	Závěr	43
10	Seznam použitých zdrojů.....	44
11	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	45
12	Seznam obrázků.....	46
13	Seznam tabulek.....	47
14	Seznam grafů	48

Anotace práce

Bakalářská práce se zabývá porovnáváním stavu kolejové jízdní dráhy ve zkušebním úseku metodou přesné nivelace v blízkosti zastávky Rohatec zastávka. Každá z kolejí dvoukolejně tratě byla opravena jinou technologickou linkou pro podbíjení koleje. Byly provedeny čtyři měření po půl roce. Cílem je zjistit, která technologie poskytuje delší trvanlivost a dát tuto informaci do kontextu s ostatními informacemi o trati.

1 Úvod

Práce se zabývá porovnáním vlivu technologie podbíjení na geometrické parametry koleje (GPK). Upravenou technologií podbíjení je dosaženo většího zpevnění a prodloužení nosné lavičky kolejového lože pod pražcem. V tomto místě dochází k přenosu svislých sil od provozu do kolejového lože. Díky této úpravě dojde k prodloužení životnosti GPK a tím i prodloužení doby mezi potřebnými úpravami koleje.

Podbíjením se provádí oprava závad GPK , zvýšení komfortu jízdy a bezpečnosti dopravy.

Práce navazuje na již proběhlá měření, která byla prováděna na zkušebním úseku od roku 2014. Tyto měření zpracoval ve své diplomové práci Ing. Jan Bombera.

2 Stávající stav

Podbíjení koleje znamená směrová a výšková úprava geometrických parametrů koleje. Úprava byla provedena při rekonstrukci kolejového svršku.

2.1 Související předpisy a normy

Správcem drah v České republice je SŽDC, státní organizace, Ministerstvo dopravy vydává vyhlášku č. 177/1995 Sb. Stavební a technický řád drah k provedení staveb státních drah a SŽDC předpisy týkající se např. také práce na železničním svršku (SŽDC S3/1), bezстыkové koleje SŽDC S3/2 a předpis pro železniční spodek (SŽDC S4), rukověť SŽDC SR 2/1 (S) pro postup prací a jejich přejímek při rekonstrukci, novostavbě a údržbě železničních drah.

Práce se zabývá sledováním sedání koleje po úpravě geometrických parametrů koleje, tj. po podbíjení:

Úprava směrového a výškového uspořádání koleje a výhybek – údržba souvislého charakteru

- zpravidla úsek delší jak 150 m; úprava v rámci údržby, úprava v rámci souvislé výměny pražců, zřizování bezстыkové koleje nebo pro čištění kolejového lože

3 Metody úpravy geometrických parametrů koleje

3.1 Standardní metoda podbíjení

Při používání standardní technologie podbíjení GPK jsou využívány tyto stroje:

- Automatická strojní podbíječka (ASP) – na úpravu směrového a výškového uspořádání koleje
- vozy Sa (sypáky) – dosypání štěrku
- Pluh na úpravu kolejového lože – upravuje tvar kolejového lože do správného tvaru
- Zhutňovač kolejového lože – hutní kolejové lože v mezi-pražcovém prostoru a za hlavami pražců
- Dynamický stabilizátor – vibracemi a přitlakem stabilizuje kolejové lože v celém jeho profilu

3.1.1 Popis práce ASP - automatická strojní podbíječka

Minimální počet záběrů podbíjecích pěchů závisí na více faktorech, na zdvihu koleje a složení použité strojní linky na úpravu GPK. Na sledovaném porovnávacím úseku byly podbíjecí pěchy zapuštěny do štěrkového lože dvakrát. To znamená, že byly použity dva záběry podbíjecích pěchů ASP. Při podbíjení musí být horní hlava lopatky pěchu zasunuta - do hloubky 15 – 20 mm pod ložnou plochu pražce. Když jsou pěchy v požadované hloubce, začnou tlčit proti sobě a tím nahrnou a zhutní štěrk pod pražcem. Sevření by mělo trvat alespoň 1,2 s.

Strojní linka na tratích pro rychlosti $V > 120$ km/hod. a úsecích po modernizaci nebo optimalizaci se skládá z ASP hutnicí kolejové lože za hlavami pražců, pluhu pro úpravu kolejového lože a dynamického stabilizátoru. V úsecích bezстыkové koleje v obloucích malého poloměru je linka doplněna o zhutňovač kolejového lože. Ten je zařazen před pluh a dynamický stabilizátor. Je-li čištěno kolejové lože nebo rekonstruováno bez snesení kolejového lože pak se strojní linka sestaví z ASP hutnicí kolejové lože za hlavami pražců, pluhu pro úpravu kol. lože a dynamického stabilizátoru. Na tratích s traťovou rychlostí menší než 80 km/hod. se dynamická stabilizace běžně nepoužívá. Při rekonstrukcích se snesením kolejového roštu a při homogenizování stavebními stroji je strojní linka tvořena ASP s hutněním kolejového lože za hlavami pražců a štěrkového pluhu. SŽDC S3/2 doporučuje při úpravě úseků o malém poloměru v bezстыkové koleji doplnění linky o zhutňovač kolejového lože v mezi-pražcových prostorech nebo dynamický stabilizátor.

V podbíjeném kolejovém loži se nesmí nacházet zbahněná místa. Při podbíjení musí být v koleji dostatek kameniva pro podbíjení. Pražce smí být přesypány kamenivem, avšak musí být vidět, kde se pražce nachází. Před samotným podbíjením je nutné se ujistit, že upevňovací prvky mají dostatečnou držebnost. V případě promrzlého kolejového lože a teploty vzduchu nižší než -5°C s výjimkami se nesmí podbíjení provádět. Zdvih ASP je minimálně 10 mm a maximálně 50 mm, při první výškové

úpravě je zdvih až 60 mm. Pokud se podbíjení provádí v bezstykové koleji, je nutno dbát na přípustnou teplotu +5°C až +23°C.

Před dynamickou stabilizací má být niveleta koleje zdvižena přibližně 5 mm nad projektovanou polohu. Kolejové lože musí být upraveno do požadovaného profilu ještě před dynamickou stabilizací a za hlavami pražců navýšeno o přibližně 50 mm. Dynamický stabilizátor může pracovat ve dvou režimech. V režimu konstantního poklesu či konstantního svislého přítlaku. Při prvním pojezdu dynamickou stabilizací musí být niveleta koleje po 2. podbití nejvýše 10 mm pod projektovanou polohou a využívá se systém DTS (dynamický stabilizátor) s konstantním a nejčastěji plným přítlakem. Po poslední úpravě ASP je využit režim s konstantním řízeným poklesem.

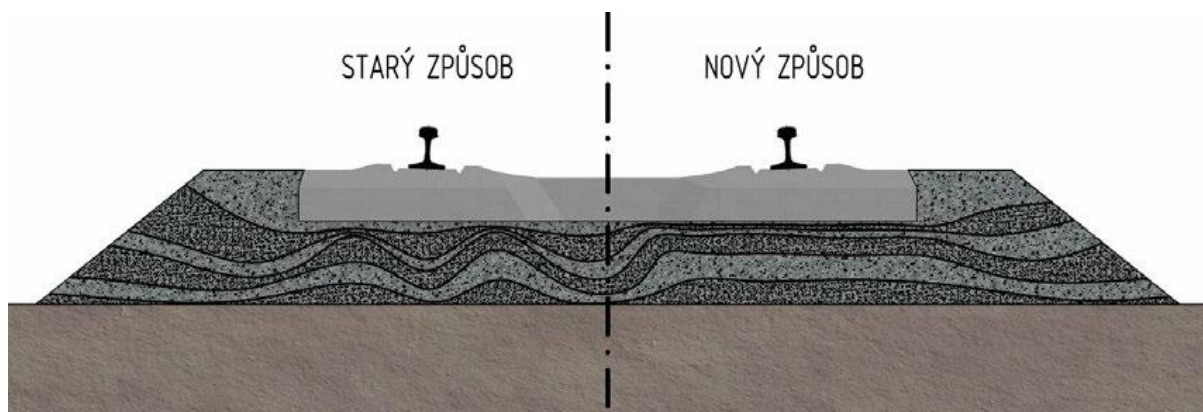
3.1.2 Výchozí předpoklady úpravy technologie

Na stabilitu polohy koleje má vliv stav kolejového lože. Důležitými parametry kolejového lože je jeho propustnost a konsolidace tak, aby kladlo dostatečný odpor proti příčnému posunutí kolejového roštu. Příčný odpor má velký význam v bezstykové koleji. Pod pražci se podbíjením vytvoří šterkové lavičky, které zajišťují únosnost kolejového lože. Udržení polohy GPK můžeme zajistit dvěma způsoby. A to častým podbíjením nebo dokonalou stabilizací, která je lepší, protože nedochází k drcení šterku.

V mezi-pražcovém prostoru a za hlavami pražců je šterk hutněn zhutňovačem. Pomocí vibrující zhutňovací tvarované plochy se svislým přítlakem hutní či homogenizuje šterk pouze v místě působení a jen do omezené hloubky. Úplnou homogenizaci šterkového lože umožňují dynamické stabilizátory nebo vibrátory kolejového lože. Agregáty těchto strojů rozkmitají kolejový rošt a zároveň kolejové lože pod úložnou plochou pražců frekvencí 35 Hz. Simuluje se tím zatížení od provozu ještě před jeho zahájením odpovídající 125 000 tunám projeté zátěže. Snižuje se tím doba konsolidace a díky tomu můžeme zavést dříve traťovou rychlost na koleji.

3.1.3 Úprava technologie

V předpisu SŽDC S3/1(S) jsou vyžadovány dva záběry podbíjecích pěchů ASP. Z výzkumu, jež byl prováděn u TD Litoměřice vyplynulo, že zvýšeným počtem záběrů dochází k prodloužení šterkové lavičky pod pražcem a tím se zvyšuje únosnost. Smyslem této metody je, že zrna kameniva jsou nahutněna pod pražcem a dalšími záběry podbíjecích pěchů dochází k prodloužení šterkové lavičky. Vzniklá lavička je pod větší částí pražce kromě střední části. Hodnoty zdvihů pro provedení této metody jsou 20 – 40 mm avšak ideálně 30 mm. Riziko ovšem je, že nesmí vzniknout souvislá šterková lavička pod celým pražcem. To by mělo za následek negativní vliv na namáhání pražce a hrozilo by jeho zlomení.



Obrázek č. 1: Rozdíly ve výsledném zhutnění štěrku pod pražcem

Z obrázku je patrné, že novým způsobem se prodlouží štěrková lavička a tím se zvětší roznášecí plocha přenášející zatížení z pražce do štěrkového lože. Další možností jak dosáhnout prodloužení lavičky je použití výhybkové podbíječky ASPv. Výhodou této podbíječky je možnost vodorovného posunutí podbíjecích pěchů. Nevýhodou naopak prodloužení doby potřebné pro podbíjení, protože výhybkové podbíječky nemají takový výkon jako normální traťové podbíječky.

Výsledkem upravené technologie podbíjení by mělo být prodloužení životnosti GPK. To vše ale závisí na stabilitě železničního spodku. Pokud totiž železniční spodek je porušený. V horším případě není rozeznatelný, upravená metoda postrádá smysl.

3.1.4 Kontrolní a zkušební plán

Měření na zkušebním úseku proběhlo 2 krát s půl ročním odstupem v roce 2016 a navazuje na již provedená měření. Ta začala v roce 2014 na přelomu listopadu a prosince, kdy byla trať podbita. Od začátku této práce bylo provedeno celkově 7 měření s postupným prodlužováním doby mezi jednotlivým měřením. Druhé měření bylo týden po opravném zásahu, další po jednom měsíci poté byla doba mezi měřeními 3 měsíce a pak už se doba ustálila na intervalu 6 měsíců až do nynějška. Bohužel každá z kolejí byla opravena v jiném týdnu. Tím vznikl rozdíl ve sledování kolejí a to o 14 dnů. První měření na koleji č. 1 proběhlo v den podbití koleje a tak nejsou zaznamenány hodnoty této koleje před podbitím. Tyto hodnoty jsme získali geodetického měření absolutní polohy koleje (APK), což umožnilo vyhodnocení sedání obou kolejí v návaznosti na provedeném zdvihu při podbíjení.

Tabulka č. 1: Uskutečněná měření

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření	6. měření	7. měření	8. měření	9. měření	10. měření	11. měření
21.11. 2014	4.12. 2014	12.12. 2014	7.1. 2015	6.3. 2015	25.6. 2015	7.12. 2015	13.7. 2016	29.11. 2016	28.6. 2017	22.8. 2017

4 Zřízení zkušebního úseku

4.1 Technologie práce

Kolej č. 1

Dne 21. 11. 2014 byly provedeny opravné práce železničního svršku. Podbíjení bylo provedeno standardní technologií práce podle předpisu SŽDC S3/1. Tento den bylo provedeno první měření přesnou nivelací.

Do koleje byl před podbíjením doplněn štěrk, aby ho byl dostatek pro podbíjení pražců. Podbíjení probíhalo automatickou strojní podbíječkou, zapuštěním podbíjecích pěchů a jedním nebo dvěma záběry podbíjecích kladiv. Podbíječka měla lištu pro hutnění kolejového lože za hlavami pražců. Podbíjení probíhalo proti směru staničení tratě. Poté byl použit dynamický stabilizátor na homogenizaci kolejového lože v režimu řízeného poklesu. Naposledy byl použit štěrkový pluh pro úpravu kolejového lože do předepsaného tvaru.

Kolej č. 2

Dne 4. 12. 2014 bylo provedeno podbití v koleji č. 2. Podbíjení probíhalo jako u první koleje proti staničení. Mezi řezy č. 19 – č. 17 byly podbíjecí pěchy zapuštěny čtyřikrát a vždy provedly jeden záběr. Od řezu č. 17 až po začátek zkušebního úseku byly pěchy zapuštěny dvakrát a vždy provedly alespoň dva záběry. V této koleji nebylo použito hutnění za hlavami pražců pomocí ASP.

Po strojní podbíječce znovu proti staničení úseku projel zhutňovač štěrku a po něm následoval dynamický stabilizátor v režimu řízeného poklesu. Po dokončení práce těchto strojů byl doplněn štěrk a pomocí štěrkového pluhu bylo kolejové lože upraveno do požadovaného profilu.

4.1.1 Strojní linky

Mechanizace použitá na tomto úseku patřila Trat'ové strojní společnosti, a.s., středisko Hulín.

V koleji č. 1, na níž byla použita standardní technologie podbíjení, byly použity tyto stroje:

- Automatická strojní podbíječka ASP 09-16 CSM
- Dynamický stabilizátor DGS 62 N CZ
- Univerzální štěrkový pluh SSP 2005 SW

V koleji č. 2 byla pro podbití použita upravená technologie podbíjení. Složení strojní linky bylo stejné jen doplněno o zhutňovač šterku, který byl nasazen mezi strojní podbíječku a dynamický stabilizátor.

- Automatická strojní podbíječka ASP 09-16 CSM
- Zhutňovač šterku ASP 400.1 Z
- Dynamický stabilizátor DGS 62 N CZ
- Univerzální šterkový pluh SSP 2005 SW

4.1.2 Popis jednotlivých speciálních drážních vozidel

Automatická strojní podbíječka ASP 09-16 CSM

Jedná se o traťovou podbíječku s jedním párem podbíjecích agregátů, která pracuje kontinuálně. To znamená, že stroj pomalu jede a jen jeho část, tzv. satelit, pracuje cyklickým pojezdem. Nachází se mezi nápravami, nad ním je pevný rám stroje. Satelit je vybaven podbíjecími agregáty, vně podbíjecích pěchů jsou zhutňovače šterku za hlavami pražců a má zařízení pro zdvih a směrový posun.

Základní část ASP je tvořena dvěma dvounápravovými podvozky a je vybavena jednonápravovým návěsem na přepravu technologického materiálu, na kterém jsou uchyceny vozíky směrovacího zařízení a záznamového zařízení ASP. Nivelační zařízení snímá polohu každé koleje před předním podvozkem. Stroj byl vybaven laserovým naváděcím systémem DLS pro práci v absolutní přímce v přímé a měřícím a záznamovým zařízením KRAB-SVA.



Obrázek č. 2: ASP 09-16 CSM (Zdroj: <http://www.tratovestroje.wbs.cz>)

Výrobce stroje Plasser & Theurer z Rakouska, délka 27,70 m, hmotnost 60,5 t, maximální rychlost 80 km/h., pracovní výkon do 900 m/h.

Zhutňovač štěrku ASP 400.1 Z

Vznikl přestavbou podbíječky ASP 400.1, protože jich byl v 90. letech přebytek. Zvoleno bylo toto řešení z ekonomických důvodů. První přestavbu si objednalo TSS Ústí nad Labem v roce 1997 u firmy Viatech. Na zkušebním úseku byl použit stroj, který vznikl v roce 2001 ve společnosti Viamont DSP z podbíječky původně vlastněné železničním vojskem.



Obrázek č. 3: ASP 400.1 Z zhutňovač

Při přestavbě podbíječky na zhutňovač bylo nutné demontovat zvedací a směrovací zařízení, upravit podbíjecí agregáty a vyměnit podbíjecí pěchy za zhutňovací pěchy pro hutnění kolejového lože v mezi-pražcovém prostoru. Současně byly namontovány oboustranné zhutňovače šterku za hlavami pražců, které pracovaly zároveň s pracovními agregáty.

Dynamický stabilizátor DGS 62 N CZ

Jedná se o čtyřnápravové vozidlo určené k dynamické stabilizaci kolejového lože. Ke stroji DGS 62 N je připojen dvounápravový plošinový vůz, na kterém je nainstalováno snímací záznamové zařízení. Mezi nápravami jsou umístěny dva velké stabilizační agregáty, ty jsou poháněny hydromotory. Lze na nich nastavit kmitočet vibrací v rozmezí 0 – 42 Hz. Vibrace jsou přenášeny osmi kladkami s jednostranným mohutným okolkem a proti nim jsou čtyři hydraulicky ovládané přitlačné kladky, jež svírají z vnější strany hlavy kolejnic. Díky tomuto uspořádání jsou stroje využitelné i ve výhybkách.



Obrázek č. 4: Pohled na kladky s okolky a přitlačné kladky (Zdroj: <http://www.tratovestroje.wbs.cz>)

Univerzální štěrkový pluh SSP 2005 SW

Univerzální štěrkový pluh je určen pro úpravu kolejového lože do požadovaného profilu v koleji ale i ve výhybkách. V přední části se nachází dvě boční radlice, ty jsou tvořeny třemi kloubově spojenými a nastavitelnými částmi. Jednotlivé části radlice jsou ovládány hydraulicky. Stroj je vybaven zametacím zařízením, které je pod vyklenutou částí rámu, dále je vybaven dvěma dopravníky. Dopravníky odstraňují přebývající štěrk za hlavy pražců nebo do vlastního zásobníku, ten má objem 5 m³. Obě nápravy jsou hnané a stroj je vybaven nárazecím a tažným ústrojím.

Stroj vyrábí Plasser & Theurer Rakousko, délka stroje je 16,77m, může jet maximální přepravní rychlostí 100 km/h. Má hmotnost 41 t a pracovní výkon dosahuje až 1 200 m/h.



Obrázek č. 5: Štěrkový pluh SSP 2005 SW (Zdroj: <http://www.tratovestroje.wbs.cz>)

5 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je posouzení vlivu technologie podbíjení na výškovou polohu koleje.

Zjištění zda úpravou technologie podbíjení dosáhneme vyšší trvanlivosti koleje a tím prodloužení doby, kdy je nutno provádět opravné práce na tratích.

Vyhodnocení zda zvýšením počtu záběrů podbíjecích pěchů dokážeme zpomalit rozpad GPK. Změna počtu záběrů podbíjecích pěchů negativně ovlivní výkon strojní podbíječky. Tím se prodlouží doba potřebná k podbití koleje a bude mít vliv na zvýšení ceny práce. V souvislosti s touto změnou by se prodloužily výlukové časy při opravách. Na druhou stranu by takovou úpravou technologie došlo k prodloužení opravných cyklů a tím k celkovému zkrácení výluk.

Úpravou technologie docílíme zkvalitnění kolejového lože pod pražci.

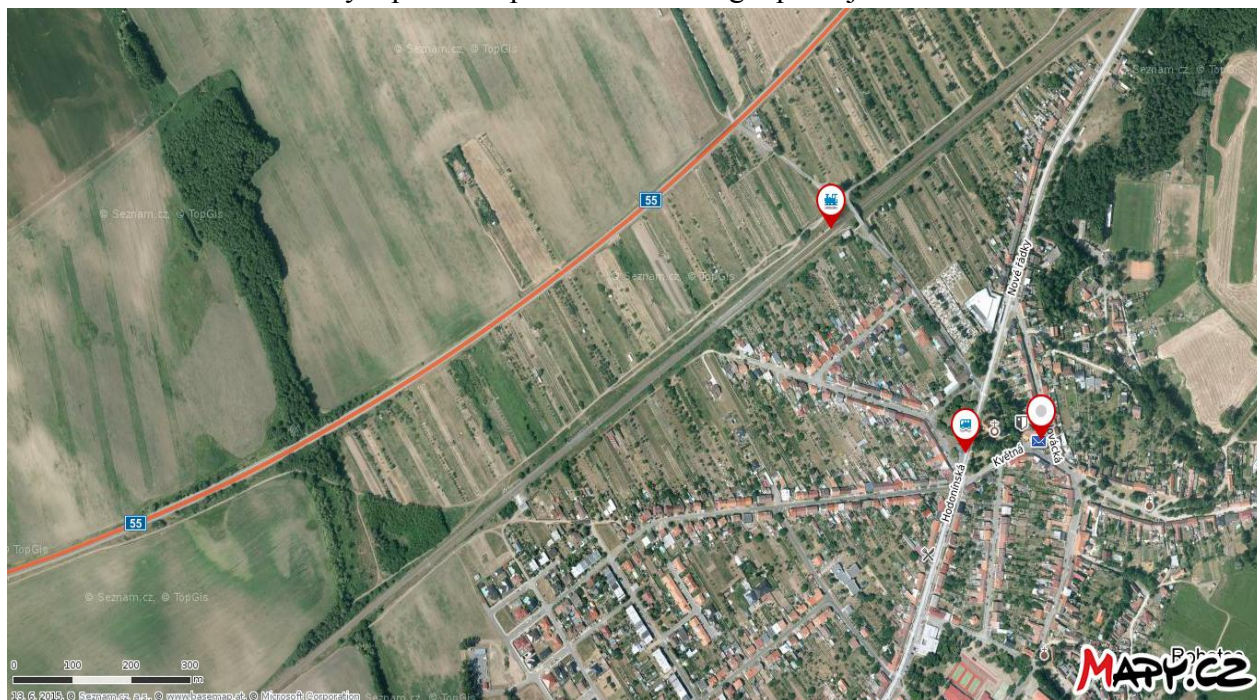
6 Zkušební úsek

Nachází se na 2. koridorové trati Břeclav – Přerov. Jedná se o dvoukolejnou trať mezi stanicemi Hodonín a Rohatec včetně zastávky Rohatec zastávka v obci Rohatec. Zkušební úsek vede na začátku na náspu a postupně přechází do zářezu, ve kterém se nachází celá zastávka Rohatec zastávka. Na konci měřeného úseku je silniční nadjezd. Zkušební úsek je dlouhý zhruba 1000 metrů, vzdálenost řezů je cca 55 metrů.

V roce 2014 na přelomu listopadu a prosince byly provedeny opravné práce a při této příležitosti zde byl zřízen zkušební úsek. Pro zkušební úsek byly využity obě koleje tak, že první kolej byla podbita standardním způsobem a druhá upravenou technologií. Dvoukolejná trať je využita pro vyhodnocení vlivu upravené technologie aplikované na druhé koleji na kvalitu GPK koleje a první kolej slouží k porovnání se standardním způsobem podbíjení koleje.

Na úseku bylo do dnešního dne provedeno 11(12) měření. Ve kterých je vyhodnocen jeden z parametrů geometrických parametrů koleje (GPK). Měření je prováděno přesnou nivelací, jako pevné body a zároveň místa řezů pro měření jsou využity zajišťovací značky. Ty jsou umístěny na betonových základech stožárů trakčního vedení. Na zkušebním úseku se nachází 19 řezů v místech zajišťovacích značek. Výjimkou je úsek u zastávky Rohatec zastávka, kde jsou zajišťovací značky umístěny na základech sloupů osvětlení zastávky.

Kolej č. 1, která byla podbita standardní technologií podbíjení, je vpravo ve směru staničení tj. standardně pojížděna ve směru z Břeclavi do Přerova. Na koleji č. 2 vlevo ve směru staničení byla použita upravená technologie podbíjení.



Obrázek č. 6: Ortofotomapa zkušebního úseku (Zdroj: <http://www.mapy.cz>)

6.1 Popis úseku

Zkušební úsek se nachází mezi obcí Rohatec a silnicí první třídy I/55. Jedná se o dvoukolejnou celostátní trať Přerov – Břeclav, podle jízdního řádu má číslo 330. Trať je součástí 2. koridoru.

Základní údaje tratě:

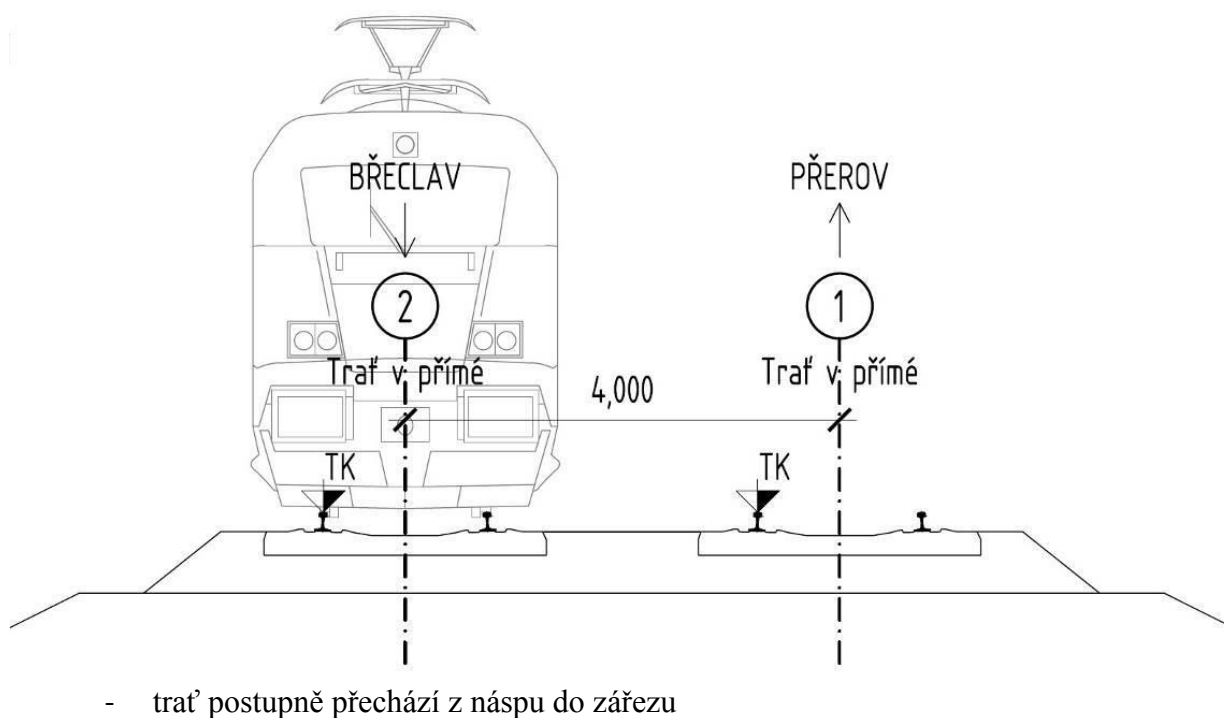
- trať Přerov - Břeclav
- elektrifikována 25 kV; 50 Hz AC + 3kV D
- maximální rychlost $V = 160$ km/h
- provozovatel SŽDC
- traťová třída D4
- značení kolejí ve směru staničení kolej č. 1 vpravo a kolej č. 2 vlevo



Obrázek č. 7: Pohled na trať ve směru staničení

Základní popis zkušebního úseku:

- staničení 108,480 – 109,520
- délka 1040 m
- úsek mezi sloupy trakčního vedení č. 53(54) až č. 17(18)



Obrázek č. 8: Schéma traťového úseku ve zkušebním úseku

Směrové řešení

Úsek je směrově přímý. Jen v místě km 108,612 824 – 108,643 268 je kružnicový oblouk bez přechodnic o poloměru $R = 95000$ metrů, který vznikl zřejmě při rekonstrukci trati v 90. letech. Osová vzdálenost kolejí je 4,0 m.

Sklonové řešení

Sklonové řešení úseku začíná na zhruba 7 metrů vysokém náspu a postupně přechází do zářezu, který je největší v místě silničního přejezdu. Výškový rozdíl na trati je do 3m, nadmořská výška je mezi 187,000 – 190,000 m. n. m. Bpv. V úseku se nachází jeden výškový oblouk s vrcholem v km 108,945. Trať od Hodonína stoupá a od vrcholu výškového oblouku klesá směrem do stanice Rohatec.

Železniční svršek

V obou kolejích je tvořen kolejnicemi UIC 60 na betonových pražcích B91 S/1 na štěrkovém loži. Na obou kolejích je zřízena bezстыková kolej svařením kolejnic délky 75 m. Rozdělení betonových pražců „u“ a upevnění kolejnic pružné bezpodkladnicové W 14.



Obrázek č. 9: Pohled na upevnění kolejnic

V zkušebním úseku je lepený izolovaný styk (LIS) a jsou zde také umístěny magnetické informační body (MIB) systému automatického vedení vlaku (AVV) nacházející se v km 108,923.



Obrázek č. 10: Pohled na trať proti směru staničení

Železniční spodek

Zkušební úsek začíná na železničním náspu, ten se postupně snižuje. Nakonec přechází do zářezu a niveleta koleje se postupně více zařezává oproti okolnímu terénu, tzn. prohlubuje se zářez. Většina tratě, která se nachází v náspu, je na pravé straně ve směru staničení opatřena protihlukovou stěnou. Ta chrání obyvatele obce Rohatec v blízkosti trati.

V úseku se nachází umělé stavby, které by mohly mít vliv na tuhost podloží. Jedná se o kabelové překopy a u konce měřeného úseku silniční most.

V úseku se také nachází železniční stanice Rohatec zastávka. Jedná se o vnější nástupiště typu SUDOP s konzolovými deskami KS 230. Výška nástupní hrany u tohoto typu nástupiště je 550 mm nad temenem kolejnice. Nástupní hrana má délku 250 m a přístup na zastávku zajišťují na obou stranách rampy. Ty jsou připojeny na pozemní komunikaci vedoucí přes silniční most. Odvodnění je zajištěno pomocí trativodů, příkopových žlabů U a nezpevněných drážních příkopů.

Dopravní zatížení

Jedná se o dvoukolejnou trať, proto je nutno se zabývat provozem na jednotlivých kolejích. O evidenci provozního zatížení se stará správce infrastruktury. Hodnoty jsou evidovány za období jednoho roku. K dispozici máme údaje o projetém zatížení na obou kolejích za roky 2013, 2014, 2015 a 2016. Z hodnot uvedených v příložené tabulce vyplývá, že kolej č. 2 je zatížena více než kolej č. 1.

Tabulka č. 2: Zatížení jednotlivých kolejí

Rok	Projetá zátěž (mil. hrt)		Zatížení (%)
	kolej č. 1	kolej č. 2	
2013	10,76	15,17	1,41
2014	10,58	14,47	1,37
2015	9,85	13,91	1,41
2016	10,68	15,21	1,42

7 Metoda měření

K měření sedání koleje byla použita metoda přesné nivelace. Tato metoda byla použita z důvodu sedání v rámci milimetrů.



Obrázek č. 11: Postup měření přesnou nivelací

7.1 Přesná nivelace

Postup:

Před začátkem samotného měření byla provedena kontrolní měření mimo zkoušený úsek pro eliminování chyb při konečném vyhodnocování. Je potřeba nechat přístroj přizpůsobit okolní teplotě, na kterou je potřeba 15 minut.

Začátek měření byl na zajišťovací značce sloupu trakčního vedení č. 053 (Z53) na kterém měření i končilo. Díky tomu byl nivelační pořad uzavřený. V místech zajišťovacích značek bylo provedeno zaměření příčných řezů. Je zaměřena výška na temenech jednotlivých kolejnicových pásů. Celkem bylo zaměřeno 19 příčných řezů. U řezů č. 15, 16, 17, které jsou v místě nástupišť, byly použity zaměřovací značky na základech osvětlení zastávky.

Cestou vpřed byly bočně zaměřovány body zajišťovacích značek a jednotlivé kolejnicové pásy. Cestou zpět se provádí přestavy s občasným zaměřením zajišťovacích značek pro pozdější kontrolu. Délka jednotlivých přestav byla přibližně 20 m, tato vzdálenost byla krokována. K měření jsme používali nivelační přístroj Leica SPRINTER 150 M dále teleskopickou nivelační lať s čárovým kódem a stabilizační libelou, teleskopický stativ a dvě nivelační podložky. Nivelační pořad byl veden po pravé straně železničního tělesa ve směru staničení. Veden byl po stezce, příkopovém žlabu a nástupišti. Bylo nutné pořádně zašlápnout stativ a nivelační podložky, aby nedošlo k pohybu nivelačního stroje při průjezdu vlaku nebo nechtěném zavadění o stativ. Měření a hodnocení je prováděno v lokální výškové soustavě. Výška přístroje je na začátku nastavena na 20,00 m.

Kontrolní měření se provádí pro výpočet chyby přístroje, kterou se následně upraví vypočtené hodnoty jednotlivých bodů.

Značení zaměřovaných bodů:

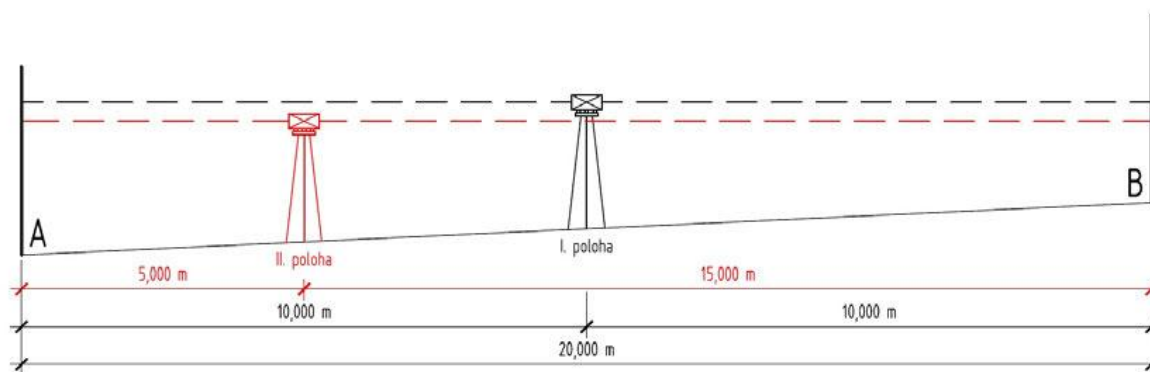
Y – přestavy

Z – zajišťovací značky

X – zajišťovací značky na základech osvětlení

K – kontrolní měření

Číslem – příčné řezy- první číslo značí číslo řezu (1-19) a druhým (1-4) jsou značeny jednotlivé kolejnicové pásy.



Obrázek č. 12: Schéma pro stanovení chyby přístroje při kontrolním měření

Záznam průběhu jednotlivých měření

1. Měření – 21. 11. 2014
2. Měření – 4. - 5. 12. 2014
3. Měření – 12. 12. 2014
4. Měření – 7. 1. 2015
5. Měření – 6. 3. 2015
6. Měření – 25. 6. 2015
7. Měření – 7. 12. 2015

8. Měření – 13. 7. 2016
-měřil: R. Svoboda, T. Říha, J. , M. Tinka
-počasí: oblačno, 25°C
Měření přesnou nivelací bylo započato na bodu Z53 (zajišťovací značky).
Cestou vpřed byly zaměřeny všechny body příčných řezů a zajišťovací značky.
Při měření zpět byla udělána chyba při jedné z přestav, důsledkem toho se nepodařilo uzavřít polygonový pořad. Díky zpětnému zaměřování některých zajišťovacích jsme byli schopni měření dokončit a případné chyby vyloučit.
Souběžně probíhalo měření GPK měřícím vozíkem KRAB.
9. Měření – 29. 11. 2016
-měřil: R. Svoboda, T. Říha, E. Dušek, M. Tinka
-počasí: polojasno, 12°C
Toto měření proběhlo bez problémů, dokázali jsme se vyvarovat chybě z předchozího měření a polygonový pořad uzavřít. Proběhlo i měření vozíkem KRAB.
10. Měření – 28. 6. 2017
-měřil: R. Svoboda, T. Říha, E. Dušek, M. Tinka
-počasí: polojasno, 16°C
Měření se podařilo dokončit bez většího problému, po průjezdu vlaků byly provedeny kontrolní měření na již zaměřených bodech pro kontrolu. Aby bylo v případě změny možno naměřené hodnoty porovnat a případně opravit chybu.
11. Měření – 22. 8. 2017
-měřil: R. Svoboda, T. Říha, P. Guziur
-počasí: jasno, 24°C
Posledního měření jsem se nezúčastnil. Toto měření bylo prováděno před plánovaným podbíjením. Nicméně měření proběhlo bez problémů.

Měření vozíkem KRAB nejsou součástí hodnocení této práce.

8 Vyhodnocení

Osobně jsem se zúčastnil tří měření, která navazují na předešlá měření, jež zpracoval Ing. Jan Bombera v rámci své diplomové práce. Posledního měření jsem se z časových důvodů nemohl zúčastnit. Průběžně jsem zpracoval data z posledních čtyř měření. Výpočet měření byl proveden v programu Microsoft Excel. Čtení na lati bylo opraveno o chybu přístroje a byla zkontrolována chyba měření. Pro větší přesnost se výšky jednotlivých kolejnicových pásů v řezech stanovily relativně od výšky zajišťovací značky řezu v přiložených tabulkách. V dalších tabulkách jsou hodnoty skutečného sední kolejnicových pásů vůči výšce po podbití. Tyto hodnoty jsou vyneseny v grafech. Vzhledem k tomu, že 1. kolej byla zaměřena až po podbití, hodnoty zdvihů v 1. koleji jsem vyčetl a vypočítal ze záznamu z APK. Hodnoty před podbitím ve 2. koleji byly zaměřeny ve stejný den jako již podbitá 1. kolej.

8.1 Hodnocení Georadar

Kolej č. 1 – úsek rozdělen do 10 bloků:

- kolejové lože viditelné na celém úseku průměrné mocnosti 60-70 cm
- 108,760-108,91 je konstrukční vrstva proměnné mocnosti 20-50 cm
- 109,035-109,055 zjištěna porucha železničního spodku

Kolej č. 2 - úsek je rozdělen do 3 bloků:

Blok 1- 108,48-108,96 je bez viditelného kolejového lože a konstrukční vrstvy

Blok 2 - 108,96-109,29 kolejové tloušťky od 50 do 70 cm, bez viditelné konstrukční vrstvy

Blok 3 -109,29-109,52 bez viditelného kolejového lože a konstrukční vrstvy

Tabulka č. 3: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od podbití

Číslo řezu	2. TK - relativní výška [mm] (2. měření = 100%)										
	LP (4)										
	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření	6. měření	7. měření	8. měření	9. měření	10. měření	11. měření
1	-20,6	0,0	-2,3	-3,3	-5,2	-5,3	-5,3	-5,8	-7,1	-14,5	-11,0
2	-13,9	0,0	-1,5	-3,3	-4,0	-5,1	-6,2	-7,2	-7,8	-7,5	-11,2
3	-13,0	0,0	-1,5	-2,1	-3,1	-5,2	-6,4	-6,7	-7,5	-7,2	-10,7
4	-19,4	0,0	-1,4	-3,2	-4,1	-5,9	-7,9	-8,4	-8,9	-7,2	-10,7
5	-22,7	0,0	-0,9	-2,2	-4,9	-6,4	-7,3	-8,3	-8,4	-7,5	-10,3
6	-36,7	0,0	-1,7	-3,9	-4,4	-5,3	-7,8	-8,7	-9,3	-8,4	-11,1
7	-31,5	0,0	-1,2	-1,8	-3,9	-6,1	-7,6	-8,1	-16,0	-15,0	-17,9
8	-17,7	0,0	-1,2	-2,8	-3,7	-4,3	-7,9	-8,8	-9,7	-7,2	-11,0
9	-16,2	0,0	-1,3	-2,7	-3,8	-5,7	-6,5	-8,3	-8,8	-5,3	-8,7
10	-22,4	0,0	-2,7	-4,2	-6,3	-8,2	-11,6	-15,7	-17,6	-11,9	-17,4
11	-26,9	0,0	-2,4	-3,5	-4,2	-7,4	-10,4	-13,8	-15,5	-10,5	-14,9
12	-19,5	0,0	-2,9	-4,3	-5,5	8,4	-8,7	-11,0	-11,2	-9,1	-13,0
13	-43,7	0,0	-3,3	-4,8	-6,6	-10,1	-13,4	-18,7	-21,5	-13,8	-18,5
14	-45,4	0,0	-2,1	-3,2	-5,3	-9,2	-11,9	-16,6	-19,8	-16,4	-20,1
15	-10,3	0,0	-2,2	-2,8	-4,6	-4,5	-5,5	-7,6	-8,5	-10,1	-11,6
16	-16,1	0,0	-1,7	-2,8	-3,0	-4,8	-5,2	-7,6	-7,6	-9,4	-10,3
17	-21,8	0,0	1,4	0,4	-0,8	-2,6	-2,6	-4,0	-5,6	-7,1	-8,3
18	-32,9	0,0	-2,5	-3,2	-4,7	-6,1	-8,4	-8,5	-9,1	9,0	-11,0
19	-23,5	0,0	-0,9	-1,9	-3,4	-5,0	-6,6	-7,4	-7,6	-8,1	-8,7

Tabulka č. 4: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od podbití

Číslo řezu	2. TK - relativní výška [mm] (2. měření = 100%)										
	PP (3)										
	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření	6. měření	7. měření	8. měření	9. měření	10. měření	11. měření
1	-15,6	0,0	-1,6	-2,6	-4,3	-4,6	-4,1	-4,4	-5,4	-13,1	-9,2
2	-10,3	0,0	-1,3	-3,0	-3,4	-4,3	-5,5	-5,8	-6,5	-5,9	-9,5
3	-10,7	0,0	-1,7	-2,6	-3,6	-5,6	-6,0	-6,7	-7,3	-7,1	-11,1
4	-15,5	0,0	-1,5	-3,2	-3,7	-5,8	-7,5	-8,1	-7,7	-5,2	-8,8
5	-19,6	0,0	-0,7	-2,2	-3,6	-5,8	-7,0	-8,1	-8,3	-7,2	-10,0
6	-32,1	0,0	-1,9	-3,9	-4,1	-5,2	-7,4	-8,1	-8,7	-7,6	-10,8
7	-28,0	0,0	-1,2	-2,4	-3,5	-0,6	-7,1	-8,0	-15,8	-14,8	-17,6
8	-16,0	0,0	-1,2	-2,4	-3,7	-3,5	-6,9	-7,5	-8,0	-5,7	-9,7
9	-13,6	0,0	-1,1	-2,5	-3,0	-4,7	-5,7	-7,4	-7,8	-5,4	-7,9
10	-16,2	0,0	-2,1	-3,7	-5,0	-6,4	-9,0	-12,5	-14,1	-9,7	-14,9
11	-24,9	0,0	-1,1	-2,7	-4,3	-6,9	-9,6	-12,7	-14,3	-11,1	-15,0
12	-16,6	0,0	-3,2	-4,4	-5,7	-8,2	-8,6	-11,0	-12,6	-11,5	-15,6
13	-36,4	0,0	-3,0	-4,5	-5,9	-10,1	-11,6	-15,8	-18,3	-13,4	-17,0
14	-45,4	0,0	-3,3	-4,8	-6,6	-11,1	-13,5	-18,4	-22,2	-16,8	-21,2
15	-11,9	0,0	-2,5	-2,9	-5,2	-5,1	-6,9	-7,9	-8,7	-10,0	-12,3
16	-12,8	0,0	1,1	0,0	-0,3	-2,4	-2,6	-4,7	-4,9	-6,7	-7,2
17	-21,9	0,0	0,3	-0,8	-2,0	-3,7	-3,4	-5,3	-6,7	-1,9	-2,6
18	-30,2	0,0	-2,5	-3,7	-4,4	-6,7	-8,4	-8,9	-9,6	-11,8	-11,9
19	-21,6	0,0	-0,5	-1,7	-3,0	-4,6	-5,9	-6,9	-7,3	-8,1	-8,8

Tabulka č. 5: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od podbití

Číslo řezu	1. TK - relativní výška [mm] (1. měření = 100%)											
	LP (2)											
	měření A	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření	6. měření	7. měření	8. měření	9. měření	10. měření	11. měření
1	-9	0,0	-0,8	-1,3	-1,4	-2,3	-3,1	-2,3	-2,6	-3,3	-10,4	-6,7
2	-11	0,0	-0,6	-0,6	-1,8	-14,0	-3,3	-3,8	-4,4	-5,0	-4,7	-8,2
3	-15	0,0	-0,5	-0,9	-0,9	-1,8	-3,7	-4,3	-4,4	-5,4	-5,2	-8,3
4	-10	0,0	-0,4	-0,8	-1,2	-1,2	-2,8	-4,4	-4,5	-5,3	-4,4	-7,9
5	-12	0,0	-0,7	-0,6	-0,6	-2,0	-3,5	-3,7	-4,0	-4,4	-3,9	-6,5
6	-15	0,0	-0,8	-0,7	-0,9	-1,5	-2,0	-3,8	-4,3	-4,5	-3,6	-6,9
7	-13	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,8	-3,3	-3,6	-4,2	-12,0	-11,8	-14,4
8	-5	0,0	-0,6	-0,3	-0,7	-1,1	-1,2	-3,8	-4,2	-4,5	-2,9	-6,5
9	-7	0,0	-0,2	-0,4	-0,8	-1,7	-2,8	-3,0	-4,3	-4,2	-2,1	-4,0
10	-7	0,0	-0,1	-0,2	-0,4	-1,2	-2,0	-3,6	-5,3	-5,7	-3,3	-7,8
11	-8	0,0	-1,0	-0,4	-1,2	-1,5	-3,6	-4,7	-6,9	-7,2	-5,5	-8,7
12	-4	0,0	-0,5	-1,0	-1,2	-1,7	-3,3	-3,3	-5,0	-5,4	-4,5	-8,7
13	-6	0,0	-0,1	-0,5	-1,0	-1,3	-3,8	-3,8	-5,5	-5,9	-5,4	-8,1
14	-4	0,0	-2,1	-0,5	-0,1	-0,1	-3,0	-3,2	-4,6	-4,8	-4,7	-7,5
15	-14	0,0	-0,3	-0,2	-0,6	-1,6	-1,2	-1,9	-3,4	-3,8	-5,7	-7,7
16	-5	0,0	-0,9	-0,6	-1,1	-0,9	-2,9	-2,4	-4,6	-4,6	-7,2	-7,8
17	-8	0,0	-1,4	-0,5	-1,1	-1,7	-2,4	-2,5	-3,4	-4,7	-7,5	-9,1
18	-2	0,0	0,2	-0,4	-1,1	-1,6	-3,3	-4,2	-4,2	-4,8	-7,5	-7,2
19	-5	0,0	-0,5	-0,8	-1,6	-1,7	-3,1	-3,6	-3,9	-4,8	-7,1	-7,5

Tabulka č. 6: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od podbití

Číslo řezu	1. TK - relativní výška [mm] (1. měření = 100%)											
	PP (1)											
	měření A	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření	6. měření	7. měření	8. měření	9. měření	10. měření	11. měření
1	-9	0,0	-0,6	-1,1	-1,2	-2,2	-2,8	2,7	-3,3	-4,2	-9,9	-7,0
2	-11	0,0	-0,5	-0,6	-1,3	-1,3	-2,7	-3,6	-4,4	-4,8	-4,1	-7,6
3	-15	0,0	-1,2	-1,1	-1,7	-2,1	-3,9	-4,5	-5,4	-5,8	-5,6	-9,3
4	-10	0,0	-0,5	0,5	-0,7	-1,1	-3,1	-4,0	-4,3	-4,6	-3,2	-7,0
5	-12	0,0	-0,7	-0,4	-1,3	-1,8	-3,5	-4,1	-4,6	-4,8	-4,2	-7,0
6	-15	0,0	-0,7	-0,6	-1,6	-1,8	-2,8	-4,0	-4,4	-4,7	-4,0	-7,0
7	-13	0,0	-0,4	-0,5	-0,3	-1,6	-3,1	-4,2	-4,4	-12,2	-11,8	-14,2
8	-5	0,0	-0,4	-0,6	-0,4	-1,1	-1,1	-4,3	-5,1	-5,1	-3,2	-7,1
9	-7	0,0	-0,2	-0,5	-1,3	-1,5	-3,2	-3,1	-4,3	-4,8	-2,3	-4,6
10	-7	0,0	-1,5	-0,8	-1,7	-1,8	-3,0	-3,8	-6,2	-6,5	-3,8	-7,9
11	-8	0,0	-0,2	-0,1	-0,8	-1,0	-3,6	-4,0	-6,1	-6,4	-4,4	-7,8
12	-4	0,0	-1,2	-1,1	-1,9	-2,8	-4,5	-4,0	-5,8	-6,5	-5,8	-9,7
13	-6	0,0	0,8	0,8	0,0	-0,2	-2,5	-2,6	-4,4	-4,1	-3,4	-6,0
14	-4	0,0	-2,2	-0,8	-0,3	-1,2	-4,3	-3,6	-5,4	-5,6	-5,7	-8,6
15	-14	0,0	0,2	-0,2	-0,6	-1,8	-1,6	-2,8	-3,5	-3,9	-5,8	-8,0
16	-5	0,0	-2,4	-1,1	-1,3	-1,4	-3,0	-2,8	-5,0	-5,0	-7,5	-8,0
17	-8	0,0	-2,5	-0,4	-1,2	-1,5	-3,0	-2,5	-4,0	-4,8	-7,3	-9,0
18	-2	0,0	0,3	-0,9	-1,3	-1,6	-3,3	-4,3	-4,7	-5,0	-7,5	-7,2
19	-5	0,0	-0,3	-0,4	-0,8	-1,1	-3,1	-3,4	-4,1	-4,1	-5,9	-7,2

Tabulka č. 7: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od zajišťovacích značek

Číslo řezu	2. TK - relativní výška od ZZ [m]										
	LP (4)										
	1. měření 2014.11.21	2. měření 2014.12.04	3. měření 2014.12.12	4. měření 2015.01.07	5. měření 2015.03.06	6. měření 2015.06.25	7. měření 2015.12.07	8. měření 2016.07.13	9. měření 2016.11.29	10. měření 2017.06.28	11. měření 2017.08.22
1-Z53	0,5201	0,5407	0,5384	0,5374	0,5355	0,5354	0,5354	0,5349	0,5336	0,5376	0,5411
2-Z51	0,0552	0,0691	0,0676	0,0658	0,0651	0,0640	0,0629	0,0619	0,0613	0,0612	0,0612
3-Z49	0,4897	0,5027	0,5012	0,5006	0,4996	0,4975	0,4964	0,4960	0,4952	0,4941	0,4941
4-Z47	0,4151	0,4345	0,4331	0,4313	0,4304	0,4286	0,4266	0,4261	0,4256	0,4244	0,4247
5-Z45	0,5706	0,5933	0,5924	0,5911	0,5884	0,5869	0,5860	0,5850	0,5849	0,5843	0,5840
6-Z43	0,5245	0,5612	0,5595	0,5573	0,5568	0,5590	0,5534	0,5525	0,5519	0,5506	0,5512
7-Z41	0,5691	0,6006	0,5994	0,5988	0,5967	0,5945	0,5930	0,5925	0,5846	0,5911	0,5905
8-Z39	0,7033	0,7210	0,7198	0,7182	0,7173	0,7167	0,7131	0,7122	0,7113	0,7100	0,7096
9-Z38	0,3545	0,3707	0,3694	0,3680	0,3669	0,3650	0,3642	0,3624	0,3619	0,3605	0,3593
10-Z36	0,1592	0,1816	0,1789	0,1774	0,1753	0,1734	0,1700	0,1659	0,1640	0,1607	0,1587
11-Z34	0,0971	0,1240	0,1216	0,1205	0,1198	0,1166	0,1136	0,1102	0,1085	0,1041	0,1025
12-Z32	0,1738	0,1933	0,1904	0,1890	0,1878	0,1850	0,1846	0,1823	0,1821	0,1805	0,1800
13-Z30	0,1883	0,2320	0,2287	0,2272	0,2254	0,2219	0,2186	0,2133	0,2105	0,2040	0,2014
14-Z28	-0,7298	-0,6844	-0,6865	-0,6876	-0,6897	-0,6936	-0,6963	-0,7010	-0,7042	-0,7075	-0,7092
15-X7	-0,6370	-0,6267	-0,6289	-0,6295	-0,6313	-0,6312	-0,6322	-0,6343	-0,6352	-0,6344	-0,6357
16-X6	-0,6410	-0,6249	-0,6266	-0,6277	-0,6279	-0,6297	-0,6301	-0,6325	-0,6325	-0,6333	-0,6340
17-X5	-0,5908	-0,5690	-0,5676	-0,5686	-0,5698	-0,5716	-0,5716	-0,5730	-0,5746	-0,5759	-0,5764
18-Z19	-0,4238	-0,3908	-0,3933	-0,3940	-0,3955	-0,3969	-0,3992	-0,3993	-0,3999	-0,4012	-0,4217
19-Z17	0,6423	0,6658	0,6649	0,6639	0,6624	0,6608	0,6592	0,6584	0,6582	0,6562	0,6561

Tabulka č. 8: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od zajišťovacích značek

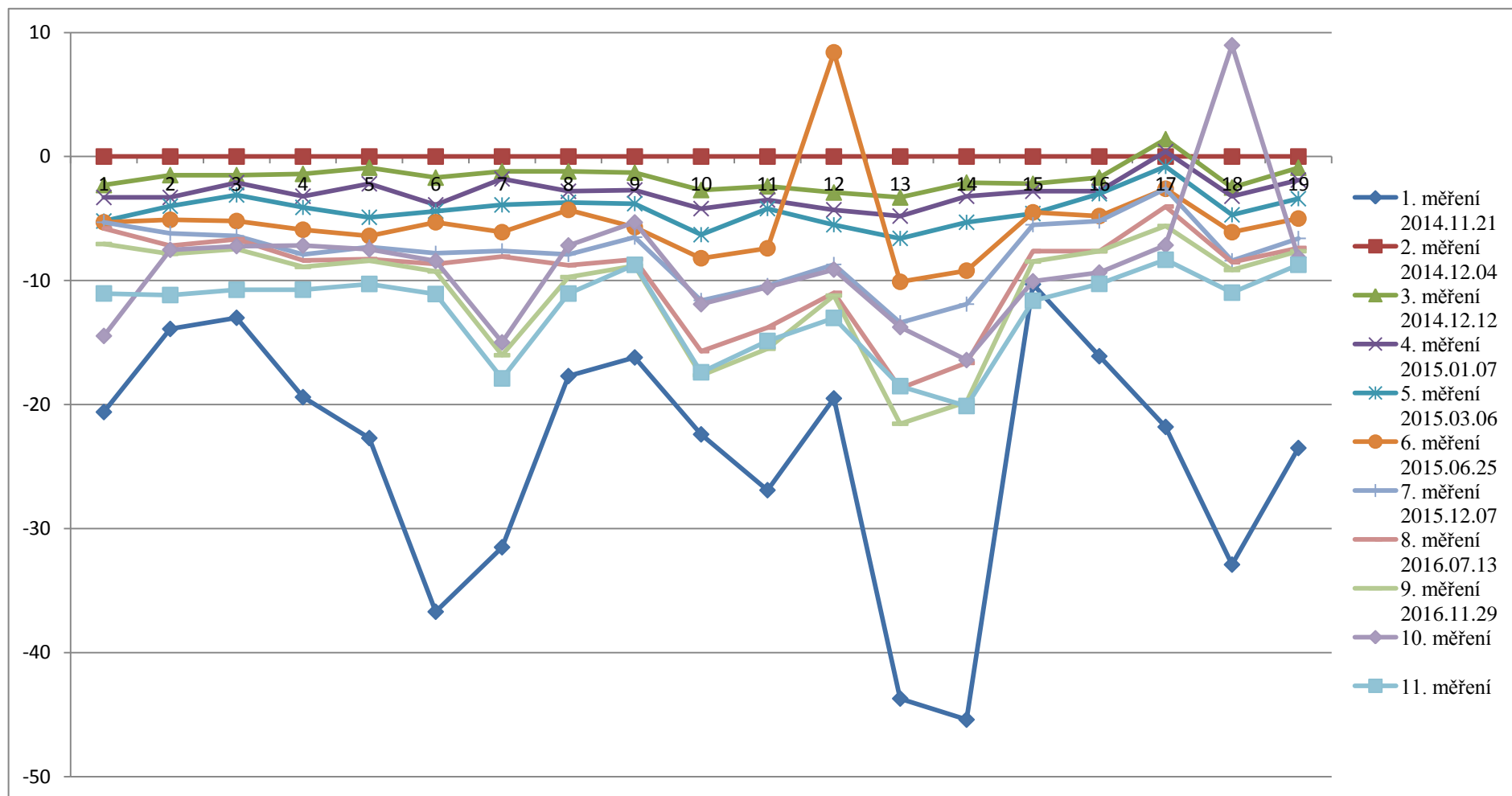
2. TK - relativní výška od ZZ [m]										
PP (3)										
1. měření 2014.11.21	2. měření 2014.12.04	3. měření 2014.12.12	4. měření 2015.01.07	5. měření 2015.03.06	6. měření 2015.06.25	7. měření 2015.12.07	8. měření 2016.07.13	9. měření 2016.11.29	10. měření 2017.06.28	11. měření 2017.08.22
0,5234	0,5390	0,5374	0,5364	0,5348	0,5344	0,5349	0,5346	0,5336	0,5373	0,5413
0,0581	0,0684	0,0671	0,0654	0,0650	0,0641	0,0629	0,0626	0,0619	0,0614	0,0615
0,4926	0,5033	0,5016	0,5007	0,4997	0,4977	0,4973	0,4966	0,4960	0,4953	0,4948
0,4181	0,4336	0,4321	0,4304	0,4299	0,4278	0,4261	0,4255	0,4259	0,4239	0,4242
0,5739	0,5935	0,5928	0,5913	0,5899	0,5877	0,5865	0,5854	0,5852	0,5844	0,5841
0,5280	0,5601	0,5582	0,5562	0,5560	0,5549	0,5527	0,5520	0,5514	0,5503	0,5503
0,5717	0,5997	0,5985	0,5973	0,5962	0,5941	0,5926	0,5917	0,5839	0,5904	0,5899
0,7033	0,7193	0,7181	0,7169	0,7156	0,7158	0,7124	0,7118	0,7113	0,7104	0,7099
0,3560	0,3696	0,3685	0,3671	0,3666	0,3649	0,3639	0,3622	0,3618	0,3606	0,3603
0,1639	0,1801	0,1780	0,1764	0,1751	0,1737	0,1711	0,1676	0,1660	0,1638	0,1621
0,0971	0,1220	0,1209	0,1193	0,1177	0,1151	0,1124	0,1093	0,1077	0,1046	0,1035
0,1749	0,1915	0,1883	0,1871	0,1858	0,1833	0,1829	0,1805	0,1789	0,1785	0,1778
0,1954	0,2318	0,2288	0,2273	0,2259	0,2217	0,2202	0,2160	0,2135	0,2088	0,2074
-0,7299	-0,6845	-0,6878	-0,6893	-0,6911	-0,6956	-0,6980	-0,7029	-0,7067	-0,7114	-0,7138
-0,6374	-0,6255	-0,6280	-0,6284	-0,6307	-0,6306	-0,6324	-0,6334	-0,6342	-0,6330	-0,6350
-0,6417	-0,6289	-0,6278	-0,6289	-0,6292	-0,6316	-0,6315	-0,6336	-0,6338	-0,6348	-0,6351
-0,5907	-0,5688	-0,5685	-0,5696	-0,5708	-0,5725	-0,5722	-0,5741	-0,5755	-0,5836	-0,5837
-0,4231	-0,3929	-0,3954	-0,3966	-0,3973	-0,3996	-0,4013	-0,4018	-0,4025	-0,4033	-0,4040
0,6428	0,6644	0,6639	0,6627	0,6614	0,6598	0,6585	0,6575	0,6571	0,6556	0,6554

Tabulka č. 9: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od zajišťovacích značek

Číslo řezu	měření APK	1. TK - relativní výška od ZZ [m]										
		LP (2)										
		1. měření 2014.11.21	2. měření 2014.12.04	3. měření 2014.12.12	4. měření 2015.01.07	5. měření 2015.03.06	6. měření 2015.06.25	7. měření 2015.12.07	8. měření 2016.07.13	9. měření 2016.11.29	10. měření 2017.06.28	11. měření 2017.08.22
1-Z53	-	0,5323	0,5315	0,5310	0,5309	0,5300	0,5293	0,5300	0,5297	0,5290	0,5325	0,5362
2-Z51	-	0,0583	0,0577	0,0577	0,0566	0,0569	0,0550	0,0545	0,0539	0,0533	0,0530	0,0532
3-Z49	-	0,4862	0,4857	0,4854	0,4853	0,4844	0,4825	0,4819	0,4818	0,4808	0,4793	0,4798
4-Z47	-	0,4233	0,4229	0,4225	0,4221	0,4221	0,4205	0,4189	0,4188	0,4180	0,4176	0,4180
5-Z45	-	0,5816	0,5809	0,5810	0,5810	0,5795	0,5781	0,5780	0,5776	0,5772	0,5769	0,5767
6-Z43	-	0,5415	0,5407	0,5409	0,5396	0,5400	0,5395	0,5377	0,5372	0,5370	0,5363	0,5363
7-Z41	-	0,5913	0,5912	0,5911	0,5916	0,5904	0,5879	0,5876	0,5871	0,5793	0,5863	0,5860
8-Z39	-	0,7141	0,7135	0,7138	0,7134	0,7130	0,7129	0,7103	0,7099	0,7096	0,7090	0,7089
9-Z38	-	0,3607	0,3605	0,3604	0,3599	0,3590	0,3579	0,3577	0,3564	0,3565	0,3549	0,3553
10-Z36	-	0,1774	0,1773	0,1772	0,1770	0,1762	0,1753	0,1737	0,1721	0,1717	0,1709	0,1698
11-Z34	-	0,1122	0,1112	0,1118	0,1110	0,1107	0,1087	0,1076	0,1053	0,1050	0,1027	0,1022
12-Z32	-	0,1809	0,1804	0,1800	0,1798	0,1792	0,1776	0,1776	0,1759	0,1755	0,1755	0,1747
13-Z30	-	0,1952	0,1951	0,1947	0,1942	0,1939	0,1915	0,1914	0,1897	0,1893	0,1882	0,1876
14-Z28	-	-0,7199	-0,7220	-0,7204	-0,7200	-0,7200	-0,7229	-0,7231	-0,7245	-0,7247	-0,7256	-0,7264
15-X7	-	-0,6436	-0,6439	-0,6438	-0,6442	-0,6452	-0,6448	-0,6454	-0,6470	-0,6474	-0,6459	-0,6476
16-X6	-	-0,6339	-0,6348	-0,6345	-0,6350	-0,6348	-0,6368	-0,6363	-0,6385	-0,6385	-0,6386	-0,6390
17-X5	-	-0,5788	-0,5802	-0,5793	-0,4799	-0,5805	-0,5812	-0,5813	-0,5822	-0,5835	-0,5830	-0,5841
18-Z19	-	-0,4161	-0,4159	-0,4165	-0,4173	-0,4177	-0,4195	-0,4203	-0,4203	-0,4209	-0,4215	-0,4217
19-Z17	-	0,6500	0,6495	0,6491	0,6483	0,6482	0,6469	0,6464	0,6461	0,6452	0,6449	0,6449

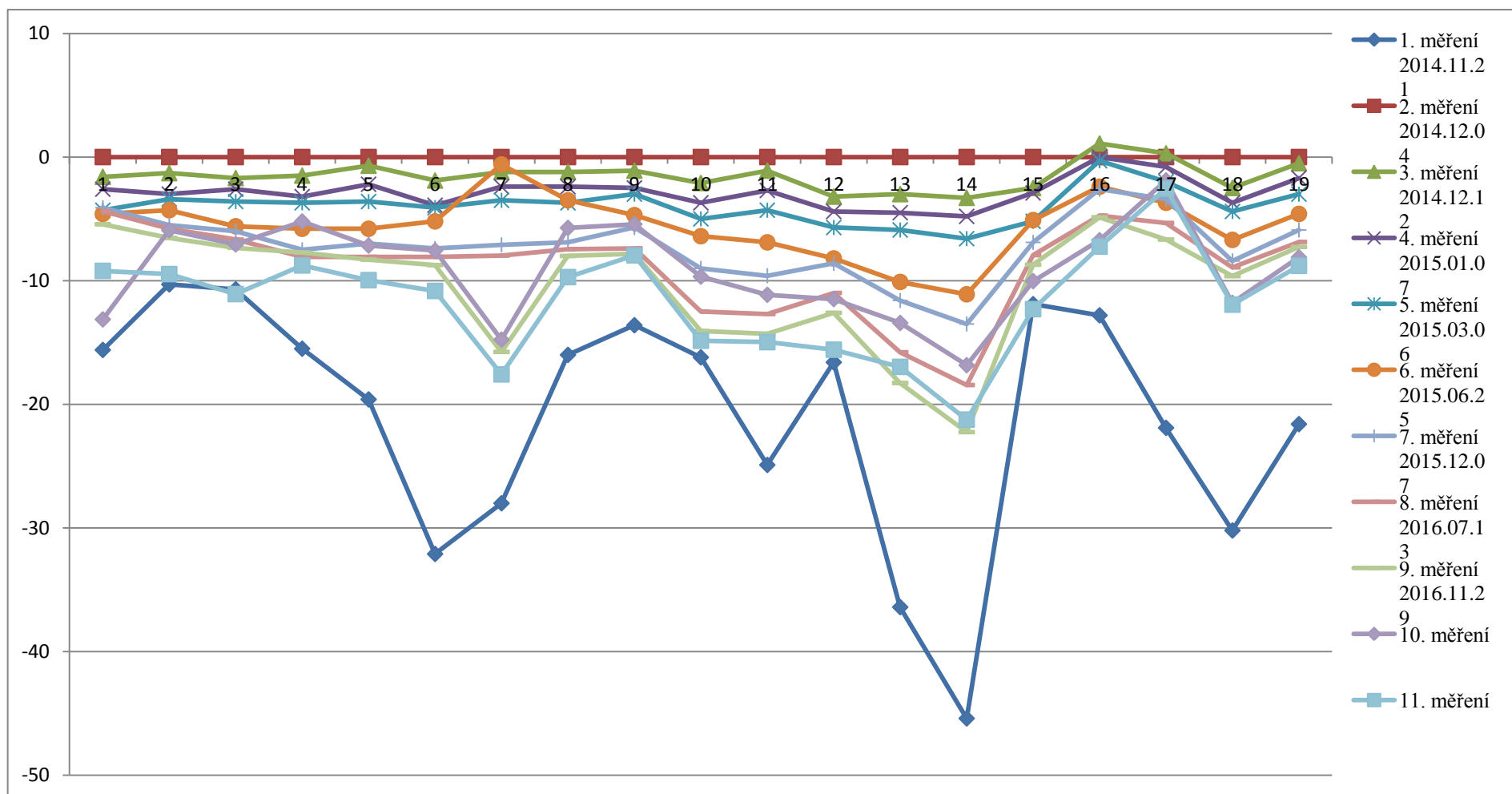
Tabulka č. 10: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od zajišťovacích značek

1. TK - relativní výška od ZZ [m]											
měření APK	PP (1)										
	1. měření 2014.11.21	2. měření 2014.12.04	3. měření 2014.12.12	4. měření 2015.01.07	5. měření 2015.03.06	6. měření 2015.06.25	7. měření 2015.12.07	8. měření 2016.07.13	9. měření 2016.11.29	10. měření 2017.06.28	11. měření 2017.08.22
-	0,5325	0,5319	0,5315	0,5314	0,5303	0,5297	0,5299	0,5292	0,5283	0,5325	0,5340
-	0,0588	0,0583	0,0583	0,0575	0,0575	0,0561	0,0552	0,0544	0,0540	0,0530	0,0536
-	0,4879	0,4867	0,4867	0,4862	0,4858	0,4840	0,4834	0,4825	0,4821	0,4793	0,4809
-	0,4240	0,4235	0,4235	0,4233	0,4229	0,4209	0,4200	0,4197	0,4194	0,4176	0,4188
-	0,5830	0,5823	0,5826	0,5817	0,5812	0,5795	0,5789	0,5784	0,5782	0,5769	0,5776
-	0,5415	0,5408	0,5409	0,5399	0,5397	0,5388	0,5376	0,5371	0,5368	0,5363	0,6157
-	0,5921	0,5917	0,5917	0,5918	0,5905	0,5890	0,5880	0,5877	0,5799	0,5863	0,5864
-	0,7139	0,7135	0,7133	0,7134	0,7128	0,7128	0,7096	0,7088	0,7088	0,7090	0,7077
-	0,3621	0,3619	0,3616	0,3608	0,3606	0,3590	0,3590	0,3578	0,3573	0,3549	0,3558
-	0,1775	0,1760	0,1767	0,1768	0,1757	0,1745	0,1737	0,1713	0,1710	0,1709	0,1687
-	0,1126	0,1124	0,1125	0,1118	0,1116	0,1090	0,1086	0,1065	0,1062	0,1027	0,1031
-	0,1815	0,1803	0,1804	0,1796	0,1787	0,1770	0,1775	0,1757	0,1750	0,1755	0,1744
-	0,1955	0,1963	0,1962	0,1954	0,1953	0,1930	0,1929	0,1911	0,1914	0,1882	0,1894
-	-0,7181	-0,7203	-0,7189	-0,7184	-0,7193	-0,7224	-0,7217	-0,7235	-0,7237	-0,7256	-0,7252
-	-0,6429	-0,6427	-0,6431	-0,6435	-0,6447	-0,6445	-0,6457	-0,6464	-0,6468	-0,6459	-0,6470
-	-0,6328	-0,6352	-0,6339	-0,6341	-0,6342	-0,6358	-0,6356	-0,6378	-0,6378	-0,6386	-0,6384
-	-0,5783	-0,5808	-0,5787	-0,5795	-0,5799	-0,5813	-0,5808	-0,5823	-0,5831	-0,5830	-0,5841
-	-0,4165	-0,4162	-0,4173	-0,4178	-0,4181	-0,4197	-0,4208	-0,4212	-0,4215	-0,4215	-0,4226
-	0,6490	0,6487	0,6486	0,6482	0,6479	0,6459	0,6456	0,6449	0,6449	0,6449	0,6440



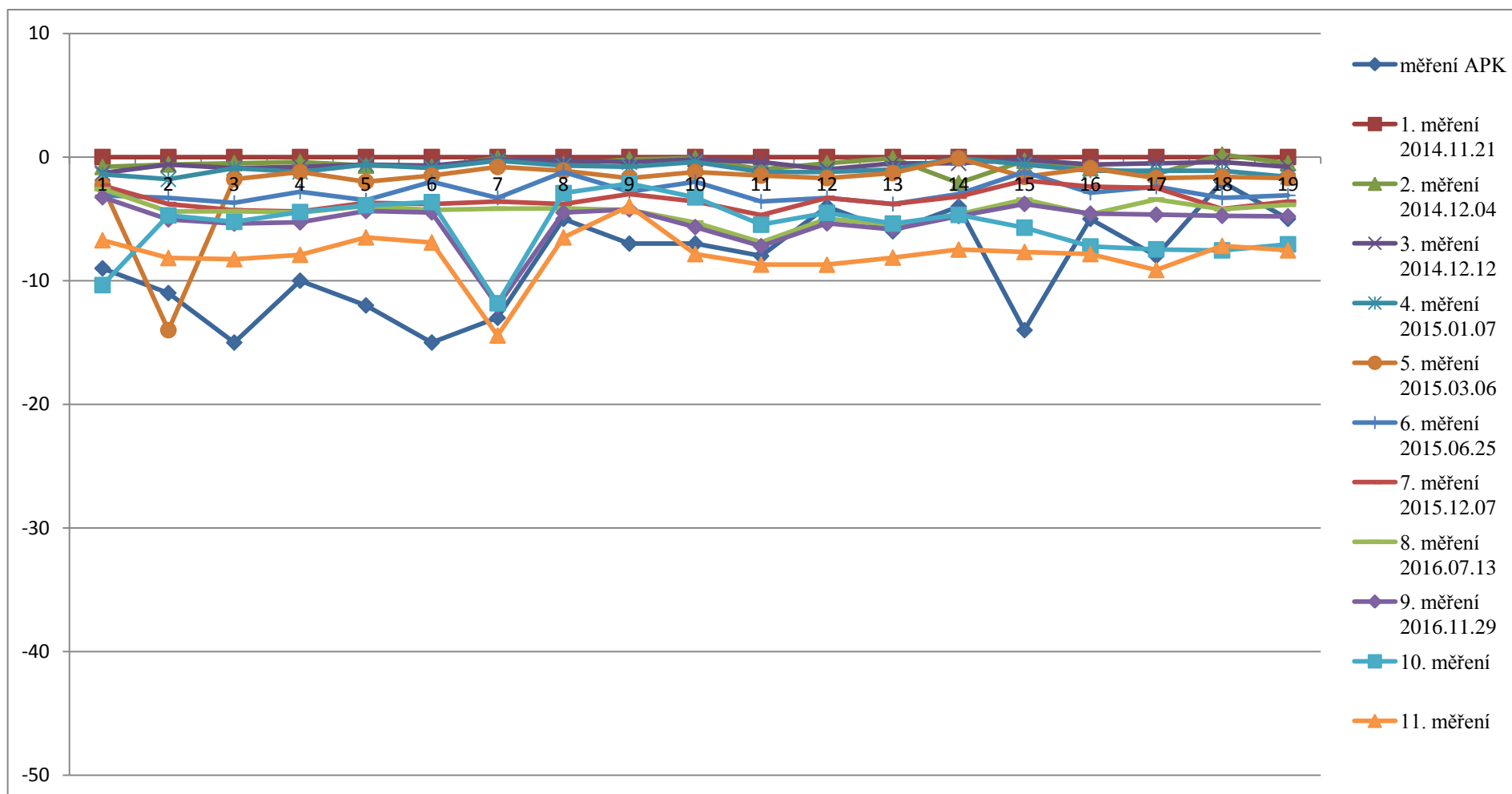
Graf č. 1: Vývoj sedání v čase (mm) - 2. TK PP (4)

Hodnoty sedání dosahují hodnot kolem 10 mm. V druhé části úseku (od bodu 9 do 15) jsou pak vyšší až 20 mm a ve třetím úseku (od bodu 15 do 19) se sedání vrací k hodnotám okolo 10 mm. Je vidět, že sedání kopíruje stav před podbitím (modrá čára).



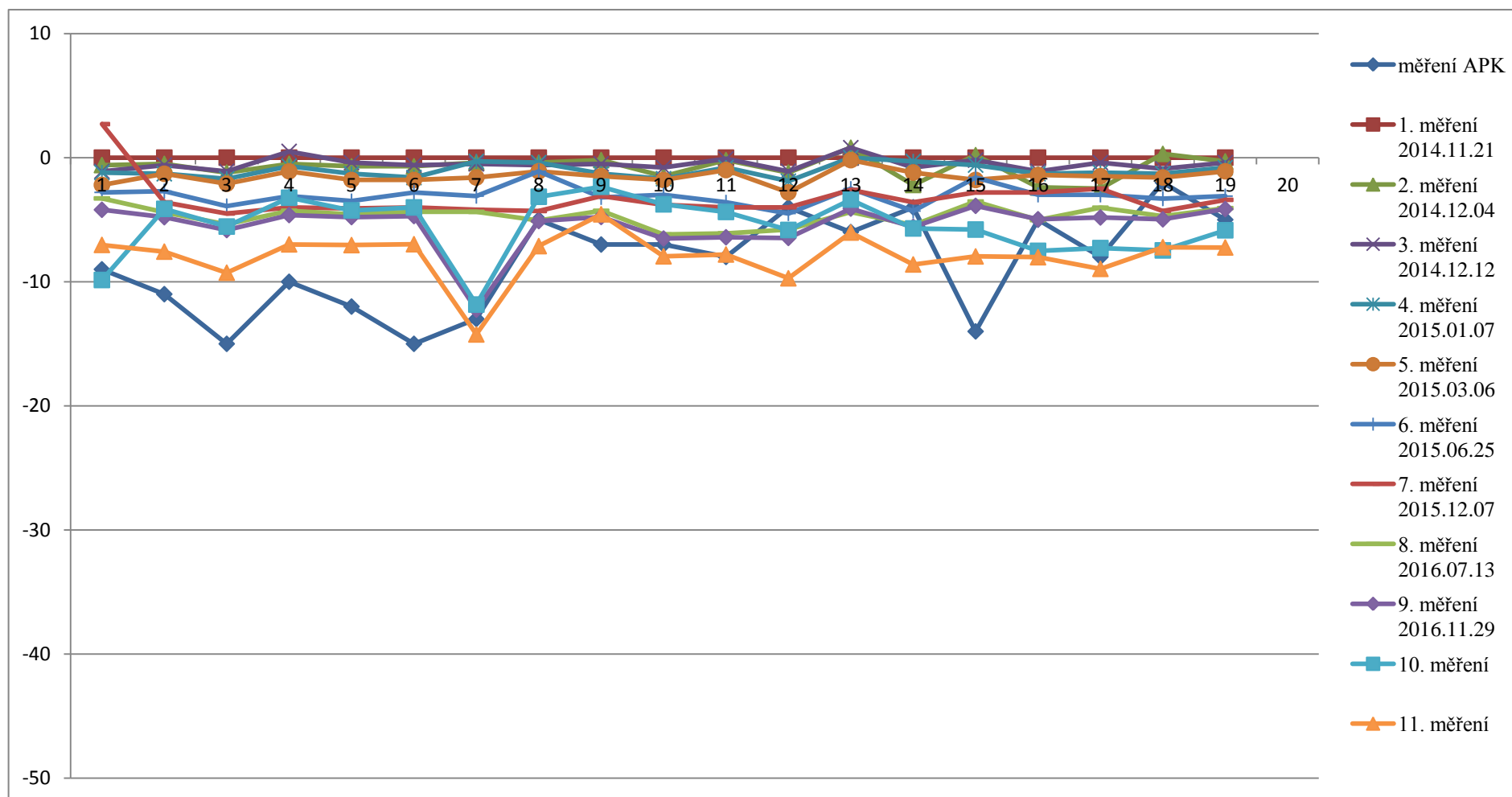
Graf č. 2: Vývoj sedání v čase (mm) - 2. TK LP(3)

Hodnoty sedání dosahují hodnot kolem 10 mm. V druhé části úseku (od bodu 10 do 15) jsou pak vyšší až 22 mm a ve třetím úseku (od bodu 15 do 19) se sedání vrací k hodnotám okolo 8 mm. Je vidět, že sedání kopíruje stav před podbitím (modrá čára).



Graf č. 3: Vývoj sedání v čase (mm) - 1. TK LP(2)

Hodnoty sedání dosahují hodnot kolem 8 mm, sedání je rovnoměrné a kopíruje stav před podbitím (modrá čára).



Graf č. 4: Vývoj sedání v čase (mm) - 1. TK PP (1)

Hodnoty sedání dosahují hodnot kolem 8 mm, sedání je rovnoměrné a kopíruje stav před podbitím (modrá čára).

9 Závěr

Na zkušebním úseku je více vlivů, které ovlivňují rozpad GPK. Na koleji č. 2, kde bylo provedeno podbíjení novým způsobem je provoz 1,5 násobkem toho, co projede na koleji č. 1. Na sedání koleje má vliv i železniční spodek. Podle výstupů z měření Georadarem je patrné, že na většině úseku není vidět složení železničního spodku.

Z grafů je patrné, že v koleji č. 1 byly provedené zdvihy menší než v koleji č. 2. Sedání je zde rovnoměrnější. V koleji č. 2 dochází ke kopírování sedání a vrací se postupně do původního stavu. V řezu č. 7 je ve všech měřeních patrné větší sedání oproti ostatním řezům. Tento bod se nachází v místě trakční transformátor, který s největší pravděpodobností bude vlivem tohoto propadu.

S přihlédnutím ke všem okolnostem ovlivňujícím rozpad GPK na zkušebním úseku si myslím, že upravená technologie prodloužila dobu, po kterou není třeba provádět opravy. Na trati, kde byla provedena standardní technologie podbíjení, dosáhlo sedání hodnot před podbíjením, naopak u upravené technologie je sedání sice vyšší, avšak dosahuje polovičních hodnot před podbitím a je rovnoměrnější.

10 Seznam použitých zdrojů

- 1) Nákrešný přehled železničního svršku, úsek Hodonín - Rohatec
- 2) Diplomová práce Ing. Jana Bombery
- 3) SŽDC Závěrečná zpráva o výsledcích průzkumu georadarem 2015
- 4) Traťovétroje.net
- 5) SŽDC SR 2/1 (S). Postup prací a jejich přejímka při směrové a výškové úpravě kolejí a výhybek. Praha: SŽDC, 2013.

11 Seznam použitých zkratek a symbolů

ASP – automatická strojní podbíječka

ASPV – automatická strojní podbíječka výhybková

BK – bezstyková kolej

ČSN – česká technická norma

DTS – dynamický stabilizátor

GPK – geometrické parametry koleje

LIS – lepený izolovaný styk

SŽDC – správce železniční dopravní cesty, státní organizace

ZZ – zajišťovací značka

12 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Rozdíly ve výsledném zhutnění štěrku pod pražcem

Obrázek č. 2: ASP 09-16 CSM (Zdroj: <http://www.tratovestroje.wbs.cz>)

Obrázek č. 3: ASP 400.1 Z zhutňovač

Obrázek č. 4: Pohled na kladky s okolky a přitlačné kladky

(Zdroj: <http://www.tratovestroje.wbs.cz>)

Obrázek č. 5: Štěrkový pluh SSP 2005 SW (Zdroj: <http://www.tratovestroje.wbs.cz>)

Obrázek č. 6: Ortofotomapa zkušebního úseku (Zdroj: <http://www.mapy.cz>)

Obrázek č. 7: Pohled na trať ve směru staničení

Obrázek č. 8: Schéma traťového úseku ve zkušebním úseku

Obrázek č. 9: Pohled na upevnění kolejnic

Obrázek č. 10: Pohled na trať proti směru staničení

Obrázek č. 11: Postup měření přesnou nivelací

Obrázek č. 12: Schéma pro stanovení chyby přístroje při kontrolním měření

13 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Uskutečněná měření

Tabulka č. 2: Zatížení jednotlivých kolejí

Tabulka č. 3: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od podbití

Tabulka č. 4: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od podbití

Tabulka č. 5: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od podbití

Tabulka č. 6: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od podbití

Tabulka č. 7: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od zajišťovacích značek

Tabulka č. 8: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 1 od zajišťovacích značek

Tabulka č. 9: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od zajišťovacích značek

Tabulka č. 10: Relativní výšky kolejnicových pásů v koleji č. 2 od zajišťovacích značek

14 Seznam grafů

Graf č. 1: Vývoj sedání v čase (mm) - 2. TK PP (4)

Graf č. 2: Vývoj sedání v čase (mm) - 2. TK LP (3)

Graf č. 3: Vývoj sedání v čase (mm) - 1. TK LP (2)

Graf č. 4: Vývoj sedání v čase (mm) - 1. TK PP (1)